

PAT-NO: JP02002006113A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002006113 A

TITLE: MANUFACTURING METHOD OF SUBSTRATE FOR MICROLENS, SUBSTRATE FOR MICROLENS, MICROLENS SUBSTRATE, ELECTROOPTICAL DEVICE, COUNTER SUBSTRATE FOR LIQUID CRYSTAL PANEL, LIQUID CRYSTAL PANEL, AND PROJECTION DISPLAY DEVICE

PUBN-DATE: January 9, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMIZU, NOBUO	N/A
YOTSUYA, SHINICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEIKO EPSON CORP	N/A

APPL-NO: JP2000192382

APPL-DATE: June 27, 2000

INT-CL (IPC): G02B003/00 , G02F001/13 , G02F001/1335 , H04N009/31

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a microlens substrate which is obtainable a high contrast ratio and transmissivity when used in a liquid crystal panel or the like.

SOLUTION: The microlens substrate 1 has a substrate 2 for microlenses with recessed parts in which plural recessed parts 3 possessing recessed curved surfaces are formed on a glass substrate 29, a resin layer 9 which is arranged on the side that the recessed parts 3 of this substrate 2 for microlenses with recessed parts are arranged, a surface layer 8 arranged on this resin layer 9, and also in the resin layer 9, microlenses 4 are formed by a resin filled inside the recessed parts 3. Relating to

the recessed parts 3, the curvature radius of outer peripheral parts 32 is larger than that of central parts 31. And, corresponding to this, in the microlenses 4 too, the curvature radius of outer peripheral parts 32 is larger than that of central parts 31.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-6113

(P2002-6113A)

(43) 公開日 平成14年1月9日 (2002.1.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 2 B 3/00		G 0 2 B 3/00	A 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	1 0 1	G 0 2 F 1/13	1 0 1 2 H 0 9 1
	1/1335		5 C 0 6 0
H 0 4 N 9/31		H 0 4 N 9/31	B

審査請求 未請求 請求項の数25 OL (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-192382 (P2000-192382)

(22) 出願日 平成12年6月27日 (2000.6.27)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 清水 信雄

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 四谷 真一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

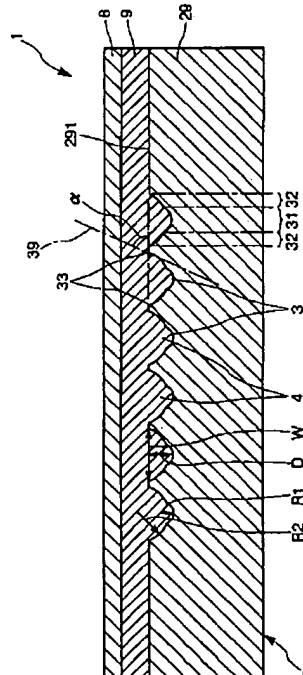
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロレンズ用基板の製造方法、マイクロレンズ用基板、マイクロレンズ基板、電気光学装置、液晶パネル用対向基板、液晶パネル、および投射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶パネル等に用いた場合に高いコントラスト比および透過率が得られるマイクロレンズ基板を提供すること。

【解決手段】 マイクロレンズ基板1は、ガラス基板29上に凹曲面を有する複数の凹部3が形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板2と、かかるマイクロレンズ用凹部付き基板2の凹部3が配設された面に設けられた樹脂層9と、かかる樹脂層9上に設けられた表層8とを有しており、また、樹脂層9では、凹部3内に充填された樹脂によりマイクロレンズ4が形成されている。凹部3では、外周部32の曲率半径が、中心部31の曲率半径よりも大きい。これに対応して、マイクロレンズ4においても、外周部32の曲率半径が、中心部31の曲率半径よりも、大きい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 母材に対して第1のエッチングを行い、前記母材に複数の凹部を形成する工程と、前記母材に対して、前記第1のエッチングと異なるエッチング方法または条件で第2のエッチングを行い、前記凹部の形状を変える工程とを有することを特徴とするマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項2】 前記第2のエッチングを、前記第1のエッチングと異なるエッチング方法または条件で行う請求項1に記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項3】 前記第1のエッチングを、ドライエッチングにより行い、前記第2のエッチングを、ウェットエッチングにより行う請求項1または2に記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項4】 前記母材の表面に対して平行な方向へのエッチング速度よりも前記母材の深部方向へのエッチング速度の方が大きくなるように、前記第1のエッチングを行う請求項1ないし3のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項5】 前記第1のエッチングにおいて、前記母材の深部方向へのエッチング速度をS1、前記母材の表面と平行な方向へのエッチング速度をS2とした場合、 $1 < S1/S2 \leq 4$ なる関係を満足するように、前記第1のエッチングを行う請求項1ないし4のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項6】 前記第1のエッチング終了後、前記第2のエッチングを行う前の前記凹部の容積をV1、前記第2のエッチング終了後の前記凹部の容積をV2とした場合、 $0.05 \leq V1/V2 \leq 0.8$ なる関係を満足する請求項1ないし5のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項7】 前記第2のエッチングのエッチング時間は、前記第1のエッチングのエッチング時間の0.1～10倍である請求項1ないし6のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項8】 前記母材上には、複数の開口を有するマスク層が形成され、該マスク層を用いて、前記第1のエッチングおよび前記第2のエッチングを行う請求項1ないし7のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【請求項9】 請求項1ないし8のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法により製造されたことを特徴とするマイクロレンズ用基板。

【請求項10】 表面に凹曲面を有する凹部が複数形成されたマイクロレンズ用基板であって、前記凹部は、中心部と、該中心部よりも曲率半径が大きい外周部とを有することを特徴とするマイクロレンズ用基板。

【請求項11】 前記中心部の曲率半径をR1、前記外周部の曲率半径をR2とした場合、 $1 < R2/R1 \leq 4$ なる関係を満足する請求項10に記載のマイクロレンズ用基板。

【請求項12】 前記中心部の光軸方向に対する投影面積は、前記凹部の光軸方向に対する投影面積の2～50%を占める請求項10または11に記載のマイクロレンズ用基板。

【請求項13】 前記凹部の最大深さをD、前記凹部の開口端の最大幅をWとした場合、 $2 \leq W/D \leq 8$ なる関係を満足する請求項10ないし12のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板。

【請求項14】 請求項9ないし13のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の前記凹部内に、樹脂が充填されてマイクロレンズが形成されたことを特徴とするマイクロレンズ基板。

【請求項15】 請求項9ないし13のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板と、前記凹部を覆うように設けられた樹脂層と、前記樹脂層上に設けられた表層とを有し、前記凹部内に充填された樹脂によりマイクロレンズが構成されたことを特徴とするマイクロレンズ基板。

【請求項16】 前記表層は、ガラスまたはセラミックスで構成されている請求項15に記載のマイクロレンズ基板。

【請求項17】 透明基板上にレンズ曲面を有するマイクロレンズが複数形成されたマイクロレンズ基板であって、前記レンズ曲面は、中心部の曲率半径よりも、外周部の曲率半径の方が大きいことを特徴とするマイクロレンズ基板。

【請求項18】 請求項14ないし17のいずれかに記載のマイクロレンズ基板を有することを特徴とする電気光学装置。

【請求項19】 請求項14ないし17のいずれかに記載のマイクロレンズ基板上に、導電膜が設けられたことを特徴とする液晶パネル用対向基板。

【請求項20】 請求項14ないし17のいずれかに記載のマイクロレンズ基板と、該マイクロレンズ基板上に設けられたブラックマトリックスと、該ブラックマトリックスを覆う導電膜とを有することを特徴とする液晶パネル用対向基板。

【請求項21】 請求項19または20に記載の液晶パネル用対向基板を備えたことを特徴とする液晶パネル。

【請求項22】 画素電極を備えた液晶駆動基板と、該液晶駆動基板に接合された請求項19または20に記載の液晶パネル用対向基板と、前記液晶駆動基板と前記液晶パネル用対向基板との空隙に封入された液晶とを有することを特徴とする液晶パネル。

【請求項23】 前記液晶駆動基板は、マトリックス状に配設された前記画素電極と、前記画素電極に接続され

た薄膜トランジスタとを有するTFT基板である請求項22に記載の液晶パネル。

【請求項24】 請求項21ないし23のいずれかに記載の液晶パネルを備えたライトバルブを有し、該ライトバルブを少なくとも1個用いて光を変調し、画像を投射することを特徴とする投射型表示装置。

【請求項25】 画像を形成する赤色、緑色および青色に対応した3つのライトバルブと、光源と、該光源からの光を赤色、緑色および青色の光に分離し、前記各光を対応する前記ライトバルブに導く色分離光学系と、前記各画像を合成する色合成光学系と、前記合成された画像を投射する投射光学系とを有する投射型表示装置であって、前記ライトバルブは、請求項21ないし23のいずれかに記載の液晶パネルを備えたことを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロレンズ用基板の製造方法、マイクロレンズ用基板、マイクロレンズ基板、電気光学装置、液晶パネル用対向基板、液晶パネル、および投射型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】スクリーン上に画像を投影する投射型表示装置が知られている。この投射型表示装置では、その画像形成に主として液晶パネルが用いられている。このような液晶パネルの中には、光の利用効率を高めるべく、液晶パネルの各画素に対応する位置に、多数の微小なマイクロレンズを設けたものが知られている。かかるマイクロレンズは、通常、液晶パネルが備えるマイクロレンズ基板に形成されている。

【0003】図6は、液晶パネルに用いられるマイクロレンズ基板の従来の構造を示す縦断面図である。同図に示すように、マイクロレンズ基板900は、多数の半球状の凹部903が設けられたガラス基板902と、かかるガラス基板902の凹部903が設けられた面に樹脂層909を介して接合されたカバーガラス908とを有しており、また、樹脂層909では、凹部903内に充填された樹脂によりマイクロレンズ904が形成されている。

【0004】ところで、近年、液晶パネルは、進歩、発展がめざましく、その高画質化には、目を見張るものがある。そして、現在、液晶パネルのさらなる高画質化を実現すべく、極めて高いコントラスト比および透過率が得られる液晶パネルの開発が望まれている。

【0005】ところが、図6に示すような構造のマイクロレンズ基板900では、コントラスト比および透過率を高めることに限界があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、例え

ば液晶パネル等に用いた場合に高いコントラスト比および透過率が得られるマイクロレンズ用基板の製造方法、マイクロレンズ用基板、マイクロレンズ基板、電気光学装置、液晶パネル用対向基板、液晶パネル、および投射型表示装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)～(25)の本発明により達成される。

【0008】(1) 母材に対して第1のエッチングを行い、前記母材に複数の凹部を形成する工程と、前記母材に対して、前記第1のエッチングと異なるエッチング方法または条件で第2のエッチングを行い、前記凹部の形状を変える工程とを有することを特徴とするマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0009】(2) 前記第2のエッチングを、前記第1のエッチングと異なるエッチング方法または条件で行う上記(1)に記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0010】(3) 前記第1のエッチングを、ドライエッチングにより行い、前記第2のエッチングを、ウェットエッチングにより行う上記(1)または(2)に記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0011】(4) 前記母材の表面に対して平行な方向へのエッチング速度よりも前記母材の深部方向へのエッチング速度の方が大きくなるように、前記第1のエッチングを行う上記(1)ないし(3)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0012】(5) 前記第1のエッチングにおいて、前記母材の深部方向へのエッチング速度をS1、前記母材の表面と平行な方向へのエッチング速度をS2とした場合、 $1 < S1/S2 \leq 4$ なる関係を満足するように、前記第1のエッチングを行う上記(1)ないし(4)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0013】(6) 前記第1のエッチング終了後、前記第2のエッチングを行う前の前記凹部の容積をV1、前記第2のエッチング終了後の前記凹部の容積をV2とした場合、 $0.05 \leq V1/V2 \leq 0.8$ なる関係を満足する上記(1)ないし(5)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0014】(7) 前記第2のエッチングのエッチング時間は、前記第1のエッチングのエッチング時間の0.1～10倍である上記(1)ないし(6)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0015】(8) 前記母材上には、複数の開口を有するマスク層が形成され、該マスク層を用いて、前記第1のエッチングおよび前記第2のエッチングを行う上記(1)ないし(7)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法。

【0016】(9) 上記(1)ないし(8)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の製造方法により製造

されたことを特徴とするマイクロレンズ用基板。

【0017】(10) 表面に凹曲面を有する凹部が複数形成されたマイクロレンズ用基板であって、前記凹部は、中心部と、該中心部よりも曲率半径が大きい外周部とを有することを特徴とするマイクロレンズ用基板。

【0018】(11) 前記中心部の曲率半径を R_1 、前記外周部の曲率半径を R_2 とした場合、 $1 < R_2/R_1 \leq 4$ なる関係を満足する上記(10)に記載のマイクロレンズ用基板。

【0019】(12) 前記中心部の光軸方向に対する投影面積は、前記凹部の光軸方向に対する投影面積の2〜50%を占める上記(10)または(11)に記載のマイクロレンズ用基板。

【0020】(13) 前記凹部の最大深さを D 、前記凹部の開口端の最大幅を W とした場合、 $2 \leq W/D \leq 8$ なる関係を満足する上記(10)ないし(12)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板。

【0021】(14) 上記(9)ないし(13)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板の前記凹部内に、樹脂が充填されてマイクロレンズが形成されたことを特徴とするマイクロレンズ基板。

【0022】(15) 上記(9)ないし(13)のいずれかに記載のマイクロレンズ用基板と、前記凹部を覆うように設けられた樹脂層と、前記樹脂層上に設けられた表層とを有し、前記凹部内に充填された樹脂によりマイクロレンズが構成されたことを特徴とするマイクロレンズ基板。

【0023】(16) 前記表層は、ガラスまたはセラミックスで構成されている上記(15)に記載のマイクロレンズ基板。

【0024】(17) 透明基板上にレンズ曲面を有するマイクロレンズが複数形成されたマイクロレンズ基板であって、前記レンズ曲面は、中心部の曲率半径よりも、外周部の曲率半径の方が大きいことを特徴とするマイクロレンズ基板。

【0025】(18) 上記(14)ないし(17)のいずれかに記載のマイクロレンズ基板を有することを特徴とする電気光学装置。

【0026】(19) 上記(14)ないし(17)のいずれかに記載のマイクロレンズ基板上に、導電膜が設けられたことを特徴とする液晶パネル用対向基板。

【0027】(20) 上記(14)ないし(17)のいずれかに記載のマイクロレンズ基板と、該マイクロレンズ基板上に設けられたブラックマトリックスと、該ブラックマトリックスを覆う導電膜とを有することを特徴とする液晶パネル用対向基板。

【0028】(21) 上記(19)または(20)に記載の液晶パネル用対向基板を備えたことを特徴とする液晶パネル。

【0029】(22) 画素電極を備えた液晶駆動基板

と、該液晶駆動基板に接合された上記(19)または(20)に記載の液晶パネル用対向基板と、前記液晶駆動基板と前記液晶パネル用対向基板との空隙に封入された液晶とを有することを特徴とする液晶パネル。

【0030】(23) 前記液晶駆動基板は、マトリックス状に配設された前記画素電極と、前記画素電極に接続された薄膜トランジスタとを有するTFT基板である上記(22)に記載の液晶パネル。

【0031】(24) 上記(21)ないし(23)のいずれかに記載の液晶パネルを備えたライトバルブを有し、該ライトバルブを少なくとも1個用いて光を変調し、画像を投射することを特徴とする投射型表示装置。

【0032】(25) 画像を形成する赤色、緑色および青色に対応した3つのライトバルブと、光源と、該光源からの光を赤色、緑色および青色の光に分離し、前記各光に対応する前記ライトバルブに導く色分離光学系と、前記各画像を合成する色合成光学系と、前記合成された画像を投射する投射光学系とを有する投射型表示装置であって、前記ライトバルブは、上記(21)ないし(23)のいずれかに記載の液晶パネルを備えたことを特徴とする投射型表示装置。

【0033】

【発明の実施の形態】本発明におけるマイクロレンズ用基板、マイクロレンズ基板および液晶パネル用対向基板には、個別基板およびウエハーの双方を含むものとする。

【0034】本発明者は、上述した限界を克服すべく研究を重ねた結果、図6に示すような構造のマイクロレンズ基板では、マイクロレンズの縁部近傍で、入射光のマイクロレンズへの入射角が小さくなり、収差(主として球面収差)が大きくなることを突き止めた。このため、図6に示すような構造のマイクロレンズ基板では、マイクロレンズの縁部近傍に入射した光は、出射光として有効利用されないこととなる。したがって、図6に示すような構造のマイクロレンズ基板でマイクロレンズの出射光の輝度を高めようとしても、どうしても限界が生じてしまう。これに対し、以下に詳述する本発明によれば、かかる限界を克服できる。

【0035】以下、本発明を、添付図面に示す好適実施形態に基づき詳細に説明する。なお、以下の実施形態で示すマイクロレンズ基板は、液晶パネルの構成部材として用いられる場合を例に説明する。図1は、本発明のマイクロレンズ基板の実施形態を示す模式的な縦断面図である。

【0036】同図に示すように、本発明のマイクロレンズ基板1は、マイクロレンズ用凹部付き基板(マイクロレンズ用基板)2と、樹脂層9と、表層8と、マイクロレンズ4とを有している。

【0037】詳しくは、マイクロレンズ基板1は、ガラス基板(透明基板)29上に凹曲面(レンズ曲面)を有

する複数の凹部（マイクロレンズ用凹部）3が形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板2と、かかるマイクロレンズ用凹部付き基板2の凹部3が配設された面に設けられた樹脂層9と、かかる樹脂層9上に設けられた表層8とを有しており、また、樹脂層9では、凹部3内に充填された樹脂によりマイクロレンズ4が形成されている。

【0038】このようなマイクロレンズ用凹部付き基板2では、凹部3は、2つの部分、中心部31と外周部32とを有している。そして、凹部3では、外周部32の曲率半径は、中心部31の曲率半径よりも大きなものとなっている。

【0039】前述したように、この凹部3内には、樹脂が充填され、この樹脂により、マイクロレンズ4が構成されている。したがって、このマイクロレンズ4の形状（レンズ曲面の形状）は、凹部3の形状に対応している。すなわち、マイクロレンズ4は、ある種の非球面レンズであり、外周部32の曲率半径は、中心部31の曲率半径よりも、大きなものとなっている。

【0040】このように、凹部3（マイクロレンズ4）の外周部32の曲率半径を中心部31の曲率半径よりも大きなものとする、外周部32では、マイクロレンズ4への入射光の入射角が小さくなる。このため、マイクロレンズ4では、収差（特に球面収差）が大幅に低減される。したがって、マイクロレンズ4は、外周部32、特に縁部33近傍に入射した入射光を、好適に集光できる。加えて、マイクロレンズ4は、中心部31では、曲率半径が小さいので、レンズパワーが高い。したがって、マイクロレンズ4は、中心部31に入射した光を、極めて好適に集光できる。

【0041】このように、マイクロレンズ基板1では、マイクロレンズ4の光利用効率が、向上している。したがって、マイクロレンズ基板1は、高い輝度を有する出射光を出射することができる。

【0042】しかも、マイクロレンズ4の収差が低減されると、マイクロレンズ4の光軸から大幅にずれた方向に出射光が出射することが、好適に防止されるようになる。このため、マイクロレンズ基板1を例えば液晶パネルに用いると、マイクロレンズ4を通過した出射光が隣接する画素内に入射することが、好適に防止されるようになる。すなわち、画素間でクロストークが防止されるようになる。したがって、本発明のマイクロレンズ基板1を備えた液晶パネルを用いて画像を形成すると、黒色の輝度が極めて低いものとなる。

【0043】本発明のマイクロレンズ基板1はこのような利点を有している、マイクロレンズ基板1を備えた液晶パネルを用いて画像を形成すると、黒色はより暗く、白色はより明るくなる。したがって、本発明のマイクロレンズ基板1を備えた液晶パネルでは、高いコントラスト比が得られ、より美しい画像を形成することが可

能となる。

【0044】このような効果をより効果的に得る観点からは、凹部3（マイクロレンズ4）は、以下の条件を満足することが好ましい。

【0045】中心部31の曲率半径を $R1$ 、外周部32の曲率半径を $R2$ とした場合、マイクロレンズ基板1は、 $1 < R2/R1 \leq 4$ なる関係を満足することが好ましく、 $1.1 \leq R2/R1 \leq 2.5$ なる関係を満足することがより好ましく、 $1.2 \leq R2/R1 \leq 1.5$ なる関係を満足することがさらに好ましい。これにより、マイクロレンズ4の集光効率は、さらに向上する。

【0046】凹部3の最大深さを D 、凹部3の開口端の最大幅を W とした場合、マイクロレンズ基板1は、 $2 \leq W/D \leq 8$ なる関係を満足することが好ましく、 $2.2 \leq W/D \leq 4$ なる関係を満足することがより好ましい。これにより、上述した効果をより効果的に得られるように、凹部3の緒特性を設定することが、容易となる。なお、凹部3の開口端の最大幅 W は、例えば凹部3の平面形状（平面視形状）が円形の場合直径を、楕円形の場合長径を、四角形の場合対角線の長さを、指標とすることができ。

【0047】マイクロレンズ基板1では、中心部31の光軸方向に対する投影面積（平面視面積）は、凹部3の光軸方向に対する投影面積（平面視面積）の2～50％程度を占めることが好ましく、5～30％程度を占めることがより好ましい。これにより、前述した効果がより効果的に得られるようになる。

【0048】マイクロレンズ基板1を縦断面で見たとき、凹部3の縁部33において、凹部3の輪郭線の接線39とマイクロレンズ用凹部付き基板2の表面291とのなす角（平均） α は、30～80°程度であることが好ましく、45～80°程度であることがより好ましい。角 α がこの範囲の上限値を超えると、縁部33近傍に入射した光が集光されにくくなる場合がある。角 α がこの範囲の下限値未満であると、外周部32では、マイクロレンズ4のレンズ作用が弱くなる場合がある。

【0049】このようなマイクロレンズ基板1が液晶パネルに用いられ、かかる液晶パネルがガラス基板29以外にガラス基板（例えば後述するガラス基板171等）を有する場合には、ガラス基板29の熱膨張係数は、かかる液晶パネルが有する他のガラス基板の熱膨張係数とほぼ等しいもの（例えば両者の熱膨張係数の比が1/1.0～1.0程度）であることが好ましい。これにより、得られる液晶パネルでは、温度が変化したときに二者の熱膨張係数が違うことにより生じるそり、たわみ、剥離等が防止される。

【0050】かかる観点からは、ガラス基板29と、液晶パネルが有する他のガラス基板とは、同種類の材質で構成されていることが好ましい。これにより、温度変化時の熱膨張係数の相違によるそり、たわみ、剥離等が効

果的に防止される。

【0051】特に、マイクロレンズ基板1を高温ポリシリコンのTFT液晶パネルに用いる場合には、ガラス基板29は、石英ガラスで構成されていることが好ましい。TFT液晶パネルは、液晶駆動基板としてTFT基板を有している。かかるTFT基板には、製造時の環境により特性が変化しにくい石英ガラスが好ましく用いられる。このため、これに対応させて、ガラス基板29を石英ガラスで構成することにより、そり、たわみ等の生じにくい、安定性に優れたTFT液晶パネルを得ることができる。

【0052】マイクロレンズ用凹部付き基板2の厚さは、マイクロレンズ用凹部付き基板2を構成する材料、屈折率等の種々の条件により異なるが、0.3~5mm程度とすることが好ましく、0.5~2mm程度とすることがより好ましい。なお、マイクロレンズ基板1が、樹脂層9側から光が入射し、ガラス基板29側から出射する構成の場合には、ガラス基板29の厚さは、10~1000μm程度とすることが好ましく、20~150μm程度とすることがより好ましい。

【0053】表層(ガラス層)8は、例えばガラスで構成することができる。この場合、表層8の熱膨張係数は、ガラス基板29の熱膨張係数とほぼ等しいもの(例えば両者の熱膨張係数の比が1/10~10程度)とすることが好ましい。これにより、ガラス基板29と表層8との熱膨張係数の相違により生じるそり、たわみ、剥離等が防止される。このような効果は、ガラス基板29と表層8とを同種類の材料で構成すると、より効果的に得られる。

【0054】表層8の厚さは、マイクロレンズ基板1が液晶パネルに用いられる場合、必要な光学特性を得る観点からは、通常、5~1000μm程度とすることが好ましく、10~150μm程度とすることがより好ましい。なお、液晶パネルが、光を表層8側から入射する構成の場合には、表層8の厚さは、0.3~5mm程度とすることが好ましく、0.5~2mm程度とすることがより好ましい。

【0055】なお、表層(バリア層)8は、例えばセラミックスで構成することもできる。なお、セラミックスとしては、例えば、AlN、SiN、TiN、BN等の窒化物系セラミックス、Al₂O₃、TiO₂等の酸化物系セラミックス、WC、TiC、ZrC、TaC等の炭化物系セラミックスなどが挙げられる。表層8をセラミックスで構成する場合、表層8の厚さは、特に限定されないが、20nm~20μm程度とすることが好ましく、40nm~1μm程度とすることがより好ましい。なお、表層8は、設けなくてもよい。

【0056】凹部3を覆っている樹脂層(接着剤層)9は、例えば、ガラス基板29の構成材料の屈折率よりも高い屈折率の樹脂(接着剤)で構成することができる。

例えば、樹脂層9は、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、アクリルエポキシ系樹脂等の紫外線硬化型樹脂などで好適に構成することができる。

【0057】樹脂層9の厚さ(マイクロレンズ用凹部付き基板2が本来の厚みを有しているところ)は、0.1~100μm程度とすることが好ましく、1~20μm程度とすることがより好ましい。

【0058】このようなマイクロレンズ用凹部付き基板2およびマイクロレンズ基板1は、例えば以下のようにして製造することができる。以下、マイクロレンズ用凹部付き基板(マイクロレンズ用基板)の製造方法およびマイクロレンズ基板の製造方法を、図2を用いて説明する。

【0059】以下に示すマイクロレンズ用凹部付き基板2の製造方法では、まず、ガラス基板29に対して第1のエッチングを行い、ガラス基板29に複数の小凹部35を形成し、次いで、ガラス基板29に対して、第1のエッチングと異なるエッチング方法または条件で第2のエッチングを行い、小凹部35の形状を変えることにより、凹部3を形成する。

【0060】まず、母材として、例えば未加工のガラス基板29を用意する。このガラス基板29には、厚さが均一で、たわみや傷のないものが好適に用いられる。

【0061】<1>まず、ガラス基板29の表面に、図2(a)に示すように、マスク層6を形成する。また、これとともに、ガラス基板29の裏面(マスク層6を形成する面と反対側の面)に裏面保護層69を形成する。このマスク層6は、後述する工程<3>、<4>における操作で耐性を有するものが好ましい。

【0062】かかる観点からは、マスク層6を構成する材料としては、例えば、Au/Cr、Au/Ti、Pt/Cr、Pt/Ti等の金属、多結晶シリコン(ポリシリコン)、アモルファスシリコン等のシリコン、窒化シリコンなどが挙げられる。この中でも特に、マスク層6をAu/Cr等の金属で構成すると、後述する工程<3>で、ガラス基板29のみを選択的に食刻するようにエッチング条件を設定することが、容易となる。

【0063】マスク層6の厚さは、0.01~10μm程度とすることが好ましく、0.1~1μm程度とすることがより好ましい。マスク層6の厚さをこの範囲内とすると、後述する工程<3>で、ガラス基板29の表面291と平行な方向へのエッチング速度よりもガラス基板29の深部方向へのエッチング速度の方が大きくなるように、エッチング(特にドライエッチング)を行うことが容易となる。このマスク層6は、例えば、化学気相成膜法(CVD法)、スパッタリング法、蒸着法等の気相成膜法、メッキなどにより形成することができる。

【0064】なお、裏面保護層69は、次工程以降でガラス基板29の裏面を保護するためのものである。この裏面保護層69により、ガラス基板29の裏面の侵食、

劣化等が好適に防止される。この裏面保護層69は、例えば、マスク層6と同様の材料で構成することができる。このため、裏面保護層69は、マスク層6の形成と同時に、マスク層6と同様に設けることができる。なお、裏面保護層69は、設けなくてもよい。

【0065】<2>次に、図2(b)に示すように、マスク層6に、複数の開口61を形成する。開口61は、凹部3を形成する位置に設ける。開口61の平面形状は、形成する凹部3の平面形状に対応していることが好ましい。

【0066】かかる開口61は、例えばフォトリソグラフィ法により形成することができる。具体的には、まず、マスク層6上に、開口61に対応したパターンを有するレジスト層(図示せず)を形成する。次に、かかるレジスト層をマスクとして、マスク層6の一部を除去する。次に、前記レジスト層を除去する。これにより、開口61が形成される。なお、マスク層6の一部除去は、例えば、CFガス、塩素系ガス等によるドライエッチング、フッ酸+硝酸水溶液、アルカリ水溶液等の剥離液への浸漬(ウェットエッチング)などにより行うことができる。

【0067】なお、開口61の面積(平面視面積)は、次工程で形成する小凹部35の平面視面積の55~100%程度とすることが好ましい。これにより、次工程で小凹部35をより好適に形成できるようになる。

【0068】<3>次に、図2(c)に示すように、開口61を用いてガラス基板29に対してエッチング(第1のエッチング)を行い、開口端の幅よりも深さの方が大きい小凹部35を形成する。

【0069】本工程をドライエッチングにより行うと、このような凹曲面を有する小凹部35を好適に形成できる。しかも、ドライエッチングにより形成された小凹部35からは、優れた光学特性が得られるような凹部3を、容易に形成できる。なお、本明細書におけるドライエッチングとは、気相中で食刻対象物を食刻することを意味し、例えば逆スパッタリング、RIE、ICP等も含む。

【0070】図2(c)に示すような形状の小凹部35は、ガラス基板29の表面291と平行な方向へのエッチング速度よりもガラス基板29の深部方向へのエッチング速度の方が大きくなるように、エッチングを行うと、好適に形成することができる。

【0071】特に、本工程では、ガラス基板29の深部方向へのエッチング速度をS1、ガラス基板29の表面291と平行な方向へのエッチング速度をS2とした場合、 $1 < S1/S2 \leq 4$ なる関係を満足するようにエッチングを行うことが好ましく、 $1.2 \leq S1/S2 \leq 2.5$ なる関係を満足するようにエッチングを行うことが好ましい。これにより、前述した効果が好適に得られるような凹部3を形成することが容易となる。

【0072】ガラス基板29の深部方向へのエッチング速度S1は、ガラス基板29の材質、形成する凹部3の形状、大きさ等によっても若干異なるが、 $10 \sim 30 \mu\text{m/h}$ 程度とすることが好ましい。また、ガラス基板29の表面291と平行な方向へのエッチング速度S2は、 $2 \sim 5 \mu\text{m/h}$ 程度とすることが好ましい。これにより、より好適に小凹部35を形成できるようになる。

【0073】本工程をドライエッチングで行う場合、エッチング条件として、エッチング時の雰囲気圧力を、 $10 \sim 500 \text{mTorr}$ 程度とすることが好ましく、 $30 \sim 300 \text{mTorr}$ 程度とすることがより好ましい。また、ドライエッチング装置の出力を $100 \sim 5000 \text{W}$ 程度とすることが好ましく、 $300 \sim 3000 \text{W}$ 程度とすることがより好ましい。また、エッチング時間は、 $0.1 \sim 1$ 時間程度とすることが好ましく、 $0.2 \sim 0.6$ 時間程度とすることがより好ましい。これにより、図2(c)に示すような形状の小凹部35を、さらに好適に形成できるようになる。

【0074】そして、所定の容積(または深さ)の小凹部35が形成されたら、第1のエッチングを終了し、次の工程を行う。なお、本工程終了時点では、通常、小凹部35の容積、平面視面積、深さ、開口端の最大幅等は、製造されるマイクロレンズ用凹部付き基板2における凹部3の容積、平面視面積、深さ、開口端の最大幅等よりも小さい。

【0075】本工程終了後(次工程を行う前)の小凹部35の容積をV1、次工程終了後の凹部3の容積をV2とした場合、V1およびV2は、 $0.05 \leq V1/V2 \leq 0.8$ なる関係を満足することが好ましく、 $0.1 \leq V1/V2 \leq 0.5$ なる関係を満足することがより好ましい。これにより、前述した効果が好適に得られるような凹部3を形成することが、容易となる。

【0076】同様の観点から、本工程終了後の小凹部35の最大深さをd、次工程終了後に形成される凹部3の最大深さをDとした場合、dおよびDは、 $0.05 \leq d/D \leq 0.9$ なる関係を満足することが好ましく、 $0.1 \leq d/D \leq 0.7$ なる関係を満足することがより好ましい。さらには、本工程終了後の小凹部35の開口端の最大幅をw、次工程終了後に形成される凹部3の最大幅をWとした場合、wおよびWは、 $0.02 \leq w/W \leq 0.7$ なる関係を満足することが好ましく、 $0.05 \leq w/W \leq 0.5$ なる関係を満足することがより好ましい。

【0077】なお、本工程で形成される小凹部35は、 $0.5 \leq w/d < 2$ なる関係を満足することが好ましく、 $1 \leq w/d \leq 1.5$ なる関係を満足することがより好ましい。これにより、次工程で、高い光の利用効率を有する凹部3を、より好適に形成できるようになる。

【0078】<4>次に、ガラス基板29に対して、前記工程<3>と異なるエッチング方法または条件でエッ

チング（第2のエッチング）を行う。本工程のエッチングを前工程のエッチングと異なるエッチング方法（例えばウェットエッチング法）または条件で行うことにより、小凹部35がさらに成長し、その形状が変わる。これにより、図2（d）に示すような凹部3が形成される。

【0079】詳しくは、本工程のエッチングにより、ガラス基板29は、小凹部35にて、ガラス基板29の表面291と垂直な方向および平行な方向へ、それぞれ食刻される。このため、小凹部35は、その元の形状をある程度残しつつ、ガラス基板29の表面291と垂直な方向および平行な方向へ大きく拡大し、おわん型に食刻される。この第2のエッチングでは、小凹部35の元の形状が完全に消失せずに、拡大、成長するので、図2（d）に示すような二段型の凹部3、すなわち、前述したような中心部31の曲率半径よりも外周部32の曲率半径の方が大きい凹部3が形成される。

【0080】本工程をウェットエッチングにより行くと、図2（d）、図1に示すような形状の凹部3を好適に形成できる。しかも、ウェットエッチングによれば、優れた光学特性を有する凹部3ひいてはマイクロレンズ4を、容易に形成できる。

【0081】特に、縁部33近傍での収差を低減し、高い光学特性を有する凹部3（マイクロレンズ4）を形成する観点からは、前工程でドライエッチングを選択し、本工程でウェットエッチングを選択するのが、最適である。第1のエッチングをドライエッチングにより行い、本工程のエッチング（第2のエッチング）をウェットエッチングにより行くと、極めて容易に外周部32の曲率半径を中心部31の曲率半径よりも大きくすることができ、しかも、極めて優れた光学特性を有する凹部3（マイクロレンズ4）を形成することができる。

【0082】本工程をウェットエッチングにより行う場合、エッチング液としては、例えばフッ酸系エッチング液などが好適に用いられる。このとき、エッチング液にグリセリン等のアルコール（特に多価アルコール）を添加すると、凹部3の表面が極めて滑らかなものとなる。また、エッチング時間は、1～15時間程度とすることが好ましく、2～10時間程度とすることがより好ましい。なお、例えば、前工程でドライエッチングを行い、本工程で、前工程とは異なるエッチング条件を選択して、ドライエッチングを行ってもよい。

【0083】このようにマイクロレンズ用凹部付き基板2を製造する場合、本工程のエッチングのエッチング時間は、第1のエッチングのエッチング時間の0.1～10倍程度とすることが好ましく、1～10倍程度とすることがより好ましい。これにより、前述した効果をより効果的に発揮できるマイクロレンズ用凹部付き基板2、ひいてはマイクロレンズ基板1を容易に得られるようになる。

【0084】本工程では、ガラス基板29の深部方向へのエッチング速度をS3、ガラス基板29の表面291と平行な方向へのエッチング速度をS4とした場合、 $0.5 \leq S3/S4 \leq 2$ なる関係を満足するようにエッチングを行うことが好ましく、 $0.7 \leq S3/S4 \leq 1.4$ なる関係を満足するようにエッチングを行うことがより好ましい。これにより、優れた光学特性を有する凹部3を、より容易に形成できる。

【0085】＜5＞次に、図2（e）に示すように、マスク層6を除去する。また、この際、マスク層6の除去とともに裏面保護層69も除去する。これは、例えば、アルカリ水溶液（例えばテトラメチル水酸化アンモニウム水溶液等）、塩酸+硝酸水溶液、フッ酸+硝酸水溶液等の剥離液（除去液）への浸漬（ウェットエッチング）、CFガス、塩素系ガス等によるドライエッチングなどにより行うことができる。特に、ガラス基板29を除去液に浸漬することによりマスク層6および裏面保護層69を除去すると、簡易な操作で、効率よく、マスク層6および裏面保護層69を除去できる。

【0086】以上により、図2（e）に示すように、ガラス基板29上に、中心部31と中心部31の曲率半径よりも大きい曲率半径の外周部32とを有する凹部3が複数形成されたマイクロレンズ用凹部付き基板2を得ることができる。

【0087】このように、同じマスク層6を用いて第1のエッチングおよび第2のエッチングを行うと、工程数を簡略化しつつ、しかも好適に、マイクロレンズ用凹部付き基板2を製造することができる。加えて、同じマスク層6を用いて第1のエッチングおよび第2のエッチングを行うと、優れた光学特性を有する凹部3（マイクロレンズ4）を形成しやすい。

【0088】＜6＞このようにして得られたマイクロレンズ用凹部付き基板2の凹部3内に、例えばガラス基板29を構成する材料の屈折率よりも高い屈折率の樹脂を充填することにより、マイクロレンズ4を形成することができる。

【0089】例えば、次のようにして、表層8がガラスで構成されたマイクロレンズ基板1を得ることができる。まず、ガラス基板29の凹部3が形成された面全体に、未硬化の樹脂（接着剤）を設ける。次いで、かかる樹脂に例えばガラスで構成された表層（相手体）8を接合する。次いで、樹脂を硬化（固化）させて樹脂層9を形成する。これにより、凹部3内では、樹脂層9を構成する樹脂によりマイクロレンズ4が形成され、図1に示すようなマイクロレンズ基板1を得ることができる。なお、表層8を接合後、必要に応じて研削、研磨等を行ない、表層8の厚さを調整してもよい。

【0090】また、例えば、次のようにして、表層8がセラミックスで構成されたマイクロレンズ基板1を得ることもできる。まず、ガラス基板29の凹部3が形成さ

れた面全体に、未硬化の樹脂を設ける。次いで、かかる樹脂に例えば表面（樹脂に接する面）が平坦な型材（図示せず）を接合する。次いで、樹脂を硬化（固化）させて樹脂層9を形成する。これにより、凹部3内では樹脂層9を構成する樹脂によりマイクロレンズ4が形成される。次いで、前記型材（相手体）を樹脂層9から剥離する（離型を行う）。次いで、例えば、スパッタリング法、CVD法、蒸着法等の気相成膜法などにより、樹脂層9上にセラミックスで構成された表層8を形成する。これにより、表層8がセラミックスで構成されたマイクロレンズ基板1を得ることができる。

【0091】本発明のマイクロレンズ基板は、以下に述べる液晶パネル用対向基板および液晶パネル以外にも、例えば、CCD、光通信素子等の各種電気光学装置、その他の装置などに用いることができることは言うまでもない。

【0092】マイクロレンズ基板1の表層8上に、例えば、開口111を有するブラックマトリックス11を形成し、次いで、かかるブラックマトリックス11を覆うように透明導電膜（導電膜）12を形成することにより、液晶パネル用対向基板10を製造することができる（図3参照）。なお、ブラックマトリックス11および透明導電膜12は、表層8上ではなく、マイクロレンズ用凹部付き基板2上に設けてもよい。

【0093】ブラックマトリックス11は、遮光機能を有しており、例えば、Cr、Al、Al合金、Ni、Zn、Ti等の金属、カーボンやチタン等を分散した樹脂などで構成されている。

【0094】透明導電膜12は、導電性を有しており、例えば、インジウムティンオキシド（ITO）、インジウムオキシド（IO）、酸化スズ（SnO₂）などで構成されている。

【0095】ブラックマトリックス11は、例えば、表層8上に気相成膜法（例えば蒸着、スパッタリング等）によりブラックマトリックス11となる薄膜を成膜し、次いで、かかる薄膜上に開口111のパターンを有するレジスト膜を形成し、次いで、ウェットエッチングを行い前記薄膜に開口111を形成し、次いで、前記レジスト膜を除去することにより設けることができる。また、透明導電膜12は、例えば、蒸着、スパッタリング等の気相成膜法により設けることができる。

【0096】このように、マイクロレンズ基板上に、ブラックマトリックス、透明導電膜を形成することにより液晶パネル用対向基板を得ることができる。なお、ブラックマトリックス11は、設けなくてもよい。

【0097】以下、このような液晶パネル用対向基板を用いた液晶パネル（電気光学装置）について、図3に基づいて説明する。

【0098】図3に示すように、本発明の液晶パネル（TFT液晶パネル）16は、TFT基板（液晶駆動基

板）17と、TFT基板17に接合された液晶パネル用対向基板10と、TFT基板17と液晶パネル用対向基板10との空隙に封入された液晶よりなる液晶層18とを有している。

【0099】液晶パネル用対向基板10は、マイクロレンズ基板1と、かかるマイクロレンズ基板1の表層8上に設けられ、開口111が形成されたブラックマトリックス11と、表層8上にブラックマトリックス11を覆うように設けられた透明導電膜（共通電極）12とを有している。

【0100】TFT基板17は、液晶層18の液晶を駆動する基板であり、ガラス基板171と、かかるガラス基板171上に設けられ、マトリックス状（行列状）に配設された複数の画素電極172と、各画素電極172に対応する複数の薄膜トランジスタ（TFT）173とを有している。なお、図では、シール材、配向膜、配線などの記載は省略した。

【0101】この液晶パネル16では、液晶パネル用対向基板10の透明導電膜12と、TFT基板17の画素電極172とが対向するように、TFT基板17と液晶パネル用対向基板10とが、一定距離離間して接合されている。

【0102】ガラス基板171は、前述したような理由から、石英ガラスで構成されていることが好ましい。画素電極172は、透明導電膜（共通電極）12との間で充放電を行うことにより、液晶層18の液晶を駆動する。この画素電極172は、例えば、前述した透明導電膜12と同様の材料で構成されている。

【0103】薄膜トランジスタ173は、近傍の対応する画素電極172に接続されている。また、薄膜トランジスタ173は、図示しない制御回路に接続され、画素電極172へ供給する電流を制御する。これにより、画素電極172の充放電が制御される。液晶層18は液晶分子（図示せず）を含有しており、画素電極172の充放電に対応して、かかる液晶分子、すなわち液晶の配向が変化する。

【0104】このような液晶パネル16では、通常、1個のマイクロレンズ4と、かかるマイクロレンズ4の光軸Qに対応したブラックマトリックス11の1個の開口111と、1個の画素電極172と、かかる画素電極172に接続された1個の薄膜トランジスタ173とが、1画素に対応している。

【0105】液晶パネル用対向基板10側から入射した入射光Lは、マイクロレンズ用凹部付き基板2を通り、マイクロレンズ4を通過する際に集光されつつ、樹脂層9、表層8、ブラックマトリックス11の開口111、透明導電膜12、液晶層18、画素電極172、ガラス基板171を透過する。このとき、マイクロレンズ基板1の入射側には通常偏光板（図示せず）が配置されているので、入射光Lが液晶層18を透過する際に、入射光

Lは直線偏光となっている。その際、この入射光Lの偏光方向は、液晶層18の液晶分子の配向状態に対応して制御される。したがって、液晶パネル16を透過した入射光Lを偏光板（図示せず）に透過させることにより、出射光の輝度を制御することができる。

【0106】このように、液晶パネル16では、マイクロレンズ4を通過した入射光Lは、集光されてブラックマトリックス11の開口111を通過する。したがって、液晶パネル16は、比較的小さい光量で明るく鮮明な画像を形成することができる。しかも、マイクロレン

ズ基板1が前述したような性質を有するマイクロレンズ4を備えているので、液晶パネル16は、高いコントラスト比を有する画像を形成することができる。

【0107】この液晶パネル16は、例えば、公知の方法により製造されたTFT基板17と液晶パネル用対向基板10とを配向処理した後、シール材（図示せず）を介して両者を接合し、次いで、これにより形成された空隙部の封入孔（図示せず）から液晶を空隙部に注入し、次いで、かかる封入孔を塞ぐことにより製造することができる。その後、必要に応じて、液晶パネル16の

入射側や出射側に偏光板を貼り付けてもよい。

【0108】なお、上記液晶パネル16では、液晶駆動基板としてTFT基板を用いたが、液晶駆動基板にTFT基板以外の他の液晶駆動基板、例えば、TFD基板、STN基板などを用いてもよい。

【0109】以下、上記液晶パネル16を用いた投射型表示装置（液晶プロジェクター）について説明する。図4は、本発明の投射型表示装置の光学系を示す図である。

【0110】同図に示すように、投射型表示装置300は、光源301と、複数のインテグレートレンズを備えた照明光学系と、複数のダイクロイックミラー等を備えた色分離光学系（導光光学系）と、赤色に対応した（赤色用の）液晶ライトバルブ（液晶光シャッターアレイ）24と、緑色に対応した（緑色用の）液晶ライトバルブ（液晶光シャッターアレイ）25と、青色に対応した（青色用の）液晶ライトバルブ（液晶光シャッターアレイ）26と、赤色光のみを反射するダイクロイックミラー面211および青色光のみを反射するダイクロイックミラー面212が形成されたダイクロイックプリズム（色合成光学系）21と、投射レンズ（投射光学系）22とを有している。

【0111】また、照明光学系は、インテグレートレンズ302および303を有している。色分離光学系は、ミラー304、306、309、青色光および緑色光を反射する（赤色光のみを透過する）ダイクロイックミラー305、緑色光のみを反射するダイクロイックミラー307、青色光のみを反射するダイクロイックミラー（または青色光を反射するミラー）308、集光レンズ310、311、312、313および314とを有し

ている。

【0112】液晶ライトバルブ25は、前述した液晶パネル16と、液晶パネル16の入射面側（マイクロレンズ基板が位置する面側、すなわちダイクロイックプリズム21と反対側）に接合された第1の偏光板（図示せず）と、液晶パネル16の出射面側（マイクロレンズ基板と対向する面側、すなわちダイクロイックプリズム21側）に接合された第2の偏光板（図示せず）とを備えている。液晶ライトバルブ24および26も、液晶ライトバルブ25と同様の構成となっている。これら液晶ライトバルブ24、25および26が備えている液晶パネル16は、図示しない駆動回路にそれぞれ接続されている。

【0113】なお、投射型表示装置300では、ダイクロイックプリズム21と投射レンズ22とで、光学ブロック20が構成されている。また、この光学ブロック20と、ダイクロイックプリズム21に対して固定的に設置された液晶ライトバルブ24、25および26とで、表示ユニット23が構成されている。

【0114】以下、投射型表示装置300の作用を説明する。光源301から出射された白色光（白色光束）は、インテグレートレンズ302および303を透過する。この白色光の光強度（輝度分布）は、インテグレートレンズ302および303により均一にされる。

【0115】インテグレートレンズ302および303を透過した白色光は、ミラー304で図4中左側に反射し、その反射光のうちの青色光（B）および緑色光（G）は、それぞれダイクロイックミラー305で図4中下側に反射し、赤色光（R）は、ダイクロイックミラー305を透過する。

【0116】ダイクロイックミラー305を透過した赤色光は、ミラー306で図4中下側に反射し、その反射光は、集光レンズ310により整形され、赤色用の液晶ライトバルブ24に入射する。

【0117】ダイクロイックミラー305で反射した青色光および緑色光のうちの緑色光は、ダイクロイックミラー307で図4中左側に反射し、青色光は、ダイクロイックミラー307を透過する。

【0118】ダイクロイックミラー307で反射した緑色光は、集光レンズ311により整形され、緑色用の液晶ライトバルブ25に入射する。

【0119】また、ダイクロイックミラー307を透過した青色光は、ダイクロイックミラー（またはミラー）308で図4中左側に反射し、その反射光は、ミラー309で図4中上側に反射する。前記青色光は、集光レンズ312、313および314により整形され、青色用の液晶ライトバルブ26に入射する。

【0120】このように、光源301から出射された白色光は、色分離光学系により、赤色、緑色および青色の三原色に色分離され、それぞれ、対応する液晶ライトバ

ルブに導かれ、入射する。

【0121】この際、液晶ライトバルブ24が有する液晶パネル16の各画素（薄膜トランジスタ173とこれに接続された画素電極172）は、赤色用の画像信号に基づいて作動する駆動回路（駆動手段）により、スイッチング制御（オン／オフ）、すなわち変調される。

【0122】同様に、緑色光および青色光は、それぞれ、液晶ライトバルブ25および26に入射し、それぞれの液晶パネル16で変調され、これにより緑色用の画像および青色用の画像が形成される。この際、液晶ライトバルブ25が有する液晶パネル16の各画素は、緑色用の画像信号に基づいて作動する駆動回路によりスイッチング制御され、液晶ライトバルブ26が有する液晶パネル16の各画素は、青色用の画像信号に基づいて作動する駆動回路によりスイッチング制御される。

【0123】これにより赤色光、緑色光および青色光は、それぞれ、液晶ライトバルブ24、25および26で変調され、赤色用の画像、緑色用の画像および青色用の画像がそれぞれ形成される。

【0124】前記液晶ライトバルブ24により形成された赤色用の画像、すなわち液晶ライトバルブ24からの赤色光は、面213からダイクロイックプリズム21に入射し、ダイクロイックミラー面211で図4中左側に反射し、ダイクロイックミラー面212を透過して、出射面216から出射する。

【0125】また、前記液晶ライトバルブ25により形成された緑色用の画像、すなわち液晶ライトバルブ25からの緑色光は、面214からダイクロイックプリズム21に入射し、ダイクロイックミラー面211および212をそれぞれ透過して、出射面216から出射する。

【0126】また、前記液晶ライトバルブ26により形成された青色用の画像、すなわち液晶ライトバルブ26からの青色光は、面215からダイクロイックプリズム21に入射し、ダイクロイックミラー面212で図4中左側に反射し、ダイクロイックミラー面211を透過して、出射面216から出射する。

【0127】このように、前記液晶ライトバルブ24、25および26からの各色の光、すなわち液晶ライトバルブ24、25および26により形成された各画素は、ダイクロイックプリズム21により合成され、これによりカラーの画像が形成される。この画像は、投射レンズ22により、所定の位置に設置されているスクリーン320上に投影（拡大投射）される。

【0128】このとき、投射型表示装置300は、前述したマイクロレンズ基板1を備えた液晶パネル16を有しているので、高いコントラスト比を有する画像を投射できる。

【0129】

【実施例】（実施例1）以下のようにして、画素数1024×768で、1画素あたり18×18μm角のマイク

ロレンズ用凹部付き基板、さらには、マイクロレンズ基板を製造した。

【0130】まず、母材として、厚さ約1.2mmの未加工の石英ガラス基板を用意した。次に、この石英ガラス基板を85℃の洗浄液（硫酸と過酸化水素水との混合液）に浸漬して洗浄を行い、その表面を清浄化した。

【0131】-1- この石英ガラス基板の表面および裏面に、スパッタリング法により、膜厚0.2μmのAu/Cr膜を成膜した。これは、スパッタ炉（ANELVA社製「SPF-730H」、工程-3-も同じ）のスパッタ圧力を5mTorr、パワーを500Wに設定して行った。

【0132】-2- 次に、Au/Cr膜に、形成する凹部に対応した開口（面積49.5μm²）を形成した。これは、次のようにして行なった。まず、Au/Cr膜上に、フォトリソストにより、形成する凹部のパターンを有するレジスト層を形成した。次に、Au/Cr膜に対して塩酸+硝酸水溶液によるウェットエッチングを行い、開口を形成した。次に、前記レジスト層を除去した。

【0133】-3- 次に、石英ガラス基板に対して、0.5時間、逆スパッタリング（ドライエッチング）を行った。このとき、スパッタ炉内（エッチング装置内）の雰囲気圧力を40mTorr、電子銃（エッチング装置）の出力を400Wに設定した。なお、ガスは特に供給しなかった。また、石英ガラス基板の深部方向へのエッチング速度S1を20μm/hとし、石英ガラス基板の表面と平行な方向へのエッチング速度S2を3μm/hとした。これにより、石英ガラス基板上に、行列状（1024×768）に配設された小凹部が形成された。

【0134】-4- 次に、石英ガラス基板をエッチング液（1.6wt%フッ酸+1.5wt%グリセリンの混合水溶液）に8時間浸漬してウェットエッチング（エッチング温度30℃）を行った。このとき、石英ガラス基板の深部方向へのエッチング速度S3を1.1μm/hとし、石英ガラス基板の表面と平行な方向へのエッチング速度S4を1.2μm/hとした。これにより、小凹部が変形、拡大され、凹部が形成された。

【0135】-5- 次に、石英ガラス基板を塩酸+硝酸水溶液（剥離液）に浸漬して、表面および裏面に形成したAu/Cr膜を除去した。

【0136】これにより、中心部と、中心部より曲率半径の大きい外周部とを備えた凹部を有するマイクロレンズ用凹部付き基板を得た。

【0137】-6- 次に、かかるマイクロレンズ用凹部付き基板の凹部が形成された面に、紫外線（UV）硬化型アクリル系の光学接着剤（屈折率1.59）を気泡なく塗布し、次いで、かかる光学接着剤に石英ガラス製のカバーガラス（表層）を接合し、次いで、かかる光学接着剤に紫外線を照射して光学接着剤を硬化させた。なお、樹脂層の厚みは、12μmとした。

【0138】-7- 最後に、カバーガラスを厚さ50 μm に研削、研磨して、図1に示すような構造のマイクロレンズ基板を得た。

【0139】(実施例2) 工程-3-のエッチング時間を0.7時間、工程-4-のエッチング時間を6時間に変更した以外は、実施例1と同様にしてマイクロレンズ用凹部付き基板、さらにはマイクロレンズ基板を製造した。

【0140】(小凹部および凹部の諸特性) 前記工程-3-終了後の石英ガラス基板について、前記工程-5-と同様にしてマスク層を除去した。そして、かかる石英ガラス基板について、その表面、特に小凹部を、走査型電子顕微鏡(株式会社日立製作所製「S-4500」)で、観察した。また、石英ガラス基板を、ダイシング装*

*置を用いてカットし、石英ガラス基板の縦断面、特に小凹部の縦断面を、同様に観察した。その結果、各実施例の石英ガラス基板では、図2(c)に示すような、開口端の幅よりも深さの方が深い小凹部が形成されていることが確認された。

【0141】また、得られたマイクロレンズ用凹部付き基板、特に凹部についても、同様にして観察した。その結果、各実施例のマイクロレンズ用凹部付き基板では、図1および図2(e)に示すような、中心部の曲率半径よりも外周部の曲率半径の方が大きい凹部が形成されていることが確認された。測定された小凹部および凹部の諸特性を、下記表1に示す。

【0142】

【表1】

小凹部	最大深さd (μm)	実施例1	実施例2
	開口端の最大幅w (μm)	8.3	10.2
凹部	平面視面積 (μm^2)	54	82
	中心部の曲率半径 R1 (μm)	7	7.8
	外周部の曲率半径 R2 (μm)	9.5	9.2
	最大深さD (μm)	12.2	14.6
	開口端の最大幅w (μm)	23.7	28.6
	凹部の光軸方向の 投影面積に対して 中心部の光軸方向 の投影面積が占める 割合(%)	21%	30%
部	角 α ($^\circ$)	78 $^\circ$	72 $^\circ$
	V1/V2	10%	7%

【0143】さらには、マイクロレンズ用凹部付き基板の凹部を型として、凹部の形状を樹脂に転写し、かかる転写物も走査型電子顕微鏡で観察した。図5に、実施例1で製造されたマイクロレンズ用凹部付き基板の凹部の形状を樹脂に転写した転写物の走査型電子顕微鏡写真を、示す。なお、図5中上の写真は、倍率1万倍であり、図5中下の写真は、倍率3万倍である。かかる写真からも、実施例1で製造したマイクロレンズ用凹部付き基板では、図1および図2(e)に示すような構造の凹部が形成されていることが、よく分かる。実施例2で製造されたマイクロレンズ用凹部付き基板でも、実施例1に比肩するきれいなレンズ曲面を有する凹部が、形成されていた。

【0144】(比較例) 図6に示すような構造のマイクロレンズ基板を1回のウェットエッチングのみで製造した。このマイクロレンズ基板では、樹脂層の厚さは10※50

※ μm 、カバーガラスの厚さは50 μm 、凹部の曲率半径は9.0 μm であった。なお、このマイクロレンズ基板は、前記工程-3-を行わなかったこと以外は、基本的に、実施例1と同様にして製造した。

【0145】(評価) 各実施例および比較例で製造した各マイクロレンズ基板について、スパッタリング法およびフォトリソグラフィ法を用いて、カバーガラスのマイクロレンズに対応した位置に開口(開口率43%)が設けられた厚さ0.16 μm の遮光膜(Cr膜)、すなわち、ブラックマトリックスを形成した。さらに、ブラックマトリックス上に厚さ0.15 μm のITO膜(透明導電膜)をスパッタリング法により形成し、液晶パネル用対向基板を製造した。

【0146】次に、マイクロレンズ用凹部付き基板側から光を照射し、液晶パネル用対向基板のマイクロレンズが形成された領域内における出射光の輝度を測定した。

その結果を下記に示す。なお、出射光の輝度は、マイクロレンズを形成しなかった場合の出射光の輝度を100%とした。

実施例1: 181%

実施例2: 181%

比較例: 171%

【0147】この結果から、本実施例のマイクロレンズ基板は、高い光の利用効率、および透過率を有していることが分かる。したがって、本実施例のマイクロレンズ基板を液晶パネルに用いると、形成される画像のコントラスト比が向上することが分かる。

【0148】さらに、これら液晶パネル用対向基板と、別途用意したTFT基板（ガラス基板は石英ガラス製）とを配向処理した後、両者をシール材を介して接合した。次に、液晶パネル用対向基板とTFT基板との間に形成された空隙部の封入孔から液晶を空隙部内に注入し、次いで、かかる封入孔を塞いで図3に示すような構造のTFT液晶パネルをそれぞれ製造した。

【0149】得られたTFT液晶パネルに光を透過させたところ、各実施例で得られたTFT液晶パネルの出射光は、比較例で得られたTFT液晶パネルの出射光よりも明るかった。

【0150】その後、実施例で得られたTFT液晶パネルを用いて、図4に示すような構造の液晶プロジェクター（投射型表示装置）を組み立てた。その結果、得られた液晶プロジェクターは、いずれも、スクリーン上に明るい画像を投射できた。

【0151】表層がセラミックスで構成されたマイクロレンズ基板を製造し、かかるマイクロレンズ基板を用いて前記と同様に液晶パネルおよび投射型表示装置を製造したところ、これらの液晶パネルおよび投射型表示装置でも、高いコントラスト比が得られた。なお、このマイクロレンズ基板は、前記工程6において、カバーガラスの代わりに表面に離型剤を塗布した型材を樹脂（接着剤）に接合したこと；樹脂を硬化させた後型材を樹脂から剥離したこと；その後、樹脂層上にスパッタリング法により厚さ1μmのAIN膜を形成したこと以外は、実施例1、2とほぼ同様にして製造した。

【0152】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、マイクロレンズの収差を低減でき、光の利用効率を高めることができる。したがって、例えば、本発明のマイクロレンズ基板を備えた電気光学装置、液晶パネル、投射型表示装置では、光の有効利用が図れ、高いコントラスト比および透過率が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマイクロレンズ基板の実施形態を示す模式的な縦断面図である。

【図2】本発明のマイクロレンズ基板の製造方法を説明するための図である。

【図3】本発明の液晶パネルの実施例を示す模式的な縦断面図である。

【図4】本発明の実施例における投射型表示装置の光学系を示す図である。

【図5】走査型電子顕微鏡写真である。

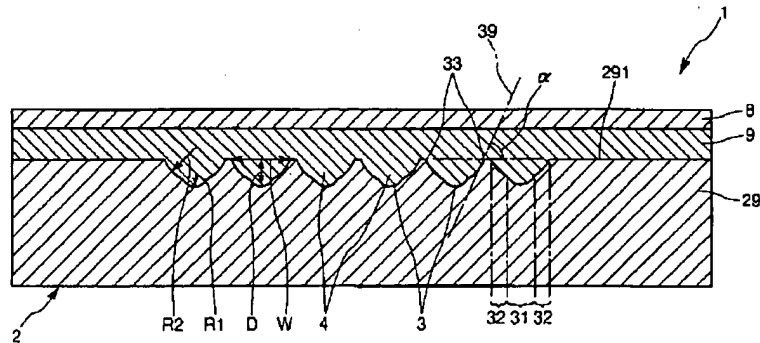
【図6】従来のマイクロレンズ基板を示す縦断面図である。

【符号の説明】

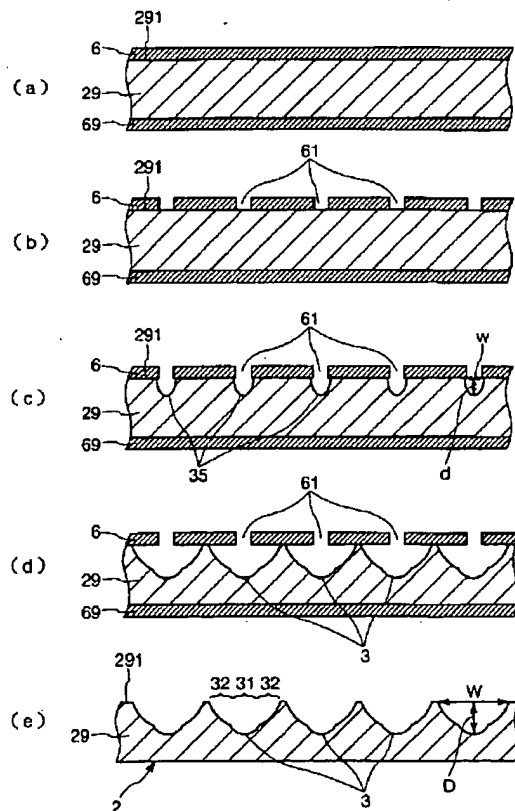
1	マイクロレンズ基板
2	マイクロレンズ用凹部付き基板
29	ガラス基板
291	表面
3	凹部
31	中心部
32	外周部
33	縁部
35	小凹部
39	接線
4	マイクロレンズ
6	マスク層
61	開口
69	裏面保護層
8	表層
9	樹脂層
D	最大深さ
L	光
Q	光軸
R1、R2	曲率半径
W	最大幅
α	角
10	液晶パネル用対向基板
11	ブラックマトリックス
111	開口
12	透明導電膜
16	液晶パネル
17	TFT基板
171	ガラス基板
172	画素電極
173	薄膜トランジスタ
18	液晶層
300	投射型表示装置
301	光源
302、303	インテグレートレンズ
304、306、309	ミラー
305、307、308	ダイクロイックミラー
310~314	集光レンズ
320	スクリーン
20	光学ブロック
21	ダイクロイックプリズム
50 211、212	ダイクロイックミラー面

213~215	面	900	25	マイクロレンズ基板
216	出射面	902	26	ガラス基板
22	投射レンズ	903		凹部
23	表示ユニット	908		カバーガラス
24~26	液晶ライトバルブ	909		樹脂層

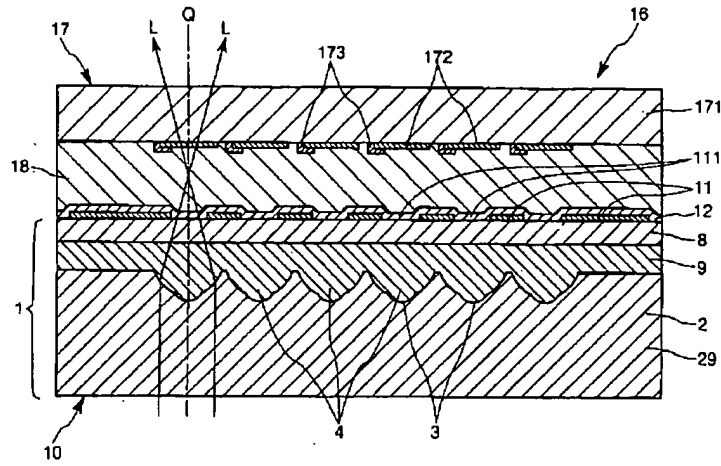
【図1】



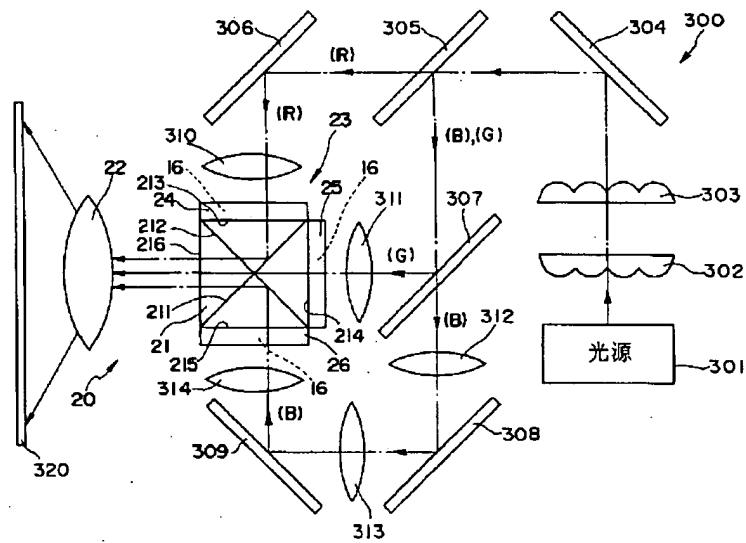
【図2】



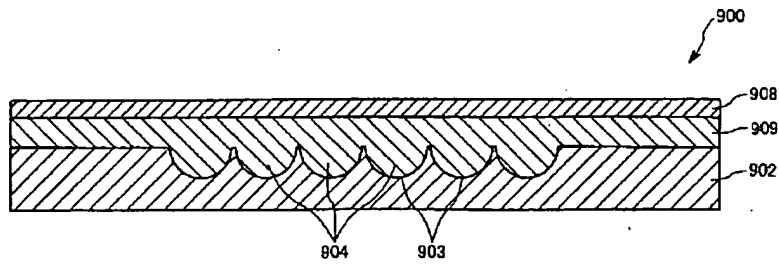
【図3】



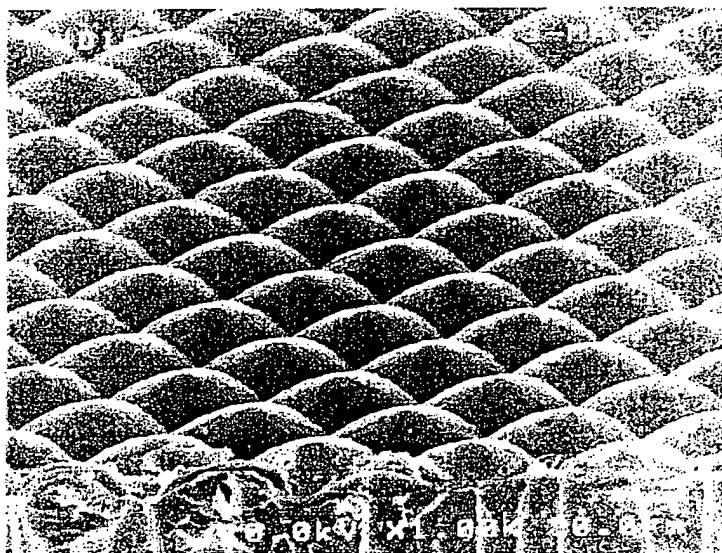
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H088 EA15 FA00 HA01 HA08 HA13
HA24 HA25 HA28 MA02 MA06
2H091 FA05Z FA14Z FA26X FA26Z
FA29X FA29Z FA41Z FB04
FC26 FD06 FD22 GA01 GA13
LA03 LA16 LA17 MA07
5C060 BA04 BC05 DA04 GA02 GB05
HC01 JA17